



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Koichi TERUNUMA

Application No.: 10/667,349

Filed: September 23, 2003

Docket No.: 117264

For: MAGNETORESISTIVE EFFECTIVE ELEMENT, THIN FILM MAGNETIC HEAD,
MAGNETIC HEAD DEVICE AND MAGNETIC RECORDING/REPRODUCING DEVICE

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:


Japanese Patent Application No. 2002-289952 filed October 2, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,


James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:JSA/mlb

Date: December 30, 2003

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**

Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

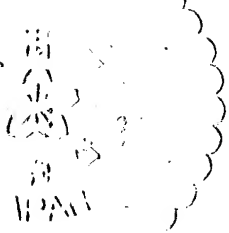
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 8 9 9 5 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 8 9 9 5 2]

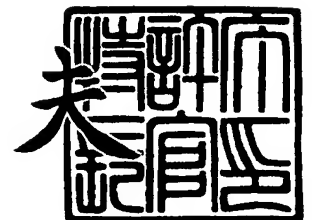
出 願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 6 2 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 P04367

【提出日】 平成14年10月 2日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 照沼 幸一

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081606

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 美次郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014513

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気抵抗効果膜と、磁区制御膜と、第 1 の磁気シールド膜と、第 2 の磁気シールド膜と、反強磁性膜とを含む磁気抵抗効果素子であって、

前記磁区制御膜は、前記磁気抵抗効果膜の幅方向の両側部に配置され、前記磁気抵抗効果膜に対して磁区制御を加えるものであり、

前記第 1 の磁気シールド膜は、前記磁気抵抗効果膜の膜厚方向の一面側に配置されており、

前記第 2 の磁気シールド膜は、前記磁気抵抗効果膜の膜厚方向の他面側に配置されており、

前記反強磁性膜は、前記第 1 の磁気シールド膜と前記第 2 の磁気シールド膜との間に配置され、前記第 1 または第 2 の磁気シールド膜の少なくとも一方に隣接し、交換結合を生じる

磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記磁気抵抗効果膜は、第 1 の電極膜と、第 2 の電極膜とを備えており、

前記第 1 の電極膜は、前記磁気抵抗効果膜の膜厚方向の一面に隣接しており、

前記第 2 の電極膜は、前記磁気抵抗効果膜の膜厚方向の他面に隣接している

磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】 請求項 2 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記第 1 の電極膜は、前記第 1 の磁気シールド膜として兼用され、

前記第 2 の電極膜は、前記第 2 の磁気シールド膜として兼用されている

磁気抵抗効果素子。

【請求項 4】 請求項 3 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記反強磁性膜は、前記第 1 の磁気シールド膜に隣接し、交換結合する磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】 請求項 3 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記反強磁性膜は、前記第2の磁気シールド膜に隣接し、交換結合する磁気抵抗効果素子。

【請求項6】 請求項3に記載された磁気抵抗効果素子であって、
前記反強磁性膜は、前記第1及び第2の磁気シールド膜に隣接し、交換結合する
磁気抵抗効果素子。

【請求項7】 請求項4乃至6の何れかに記載された磁気抵抗効果素子であ
って、
前記反強磁性膜は、前記磁気抵抗効果膜の幅方向の両側に配置されている
磁気抵抗効果素子。

【請求項8】 請求項4乃至7の何れかに記載された磁気抵抗効果素子であ
って、
前記反強磁性膜は、電気絶縁性を有する
磁気抵抗効果素子。

【請求項9】 請求項8に記載された磁気抵抗効果素子であって、
前記反強磁性膜は、NiO、CoO及びFe₂O₃から選択された少なくとも
1種でなる
磁気抵抗効果素子。

【請求項10】 請求項4乃至9の何れかに記載された磁気抵抗効果素子で
あって、
前記反強磁性膜と、前記磁区制御膜との間に電気絶縁層を有する
磁気抵抗効果素子。

【請求項11】 請求項6に記載された磁気抵抗効果素子であって、
前記反強磁性膜は、前記磁区制御膜と、前記第1及び第2の磁気シールド膜と
の間を埋め、前記磁区制御膜と交換結合する
磁気抵抗効果素子。

【請求項12】 請求項4乃至7の何れかに記載された磁気抵抗効果素子で
あって、
前記反強磁性膜は、導電性を有する

磁気抵抗効果素子。

【請求項 13】 請求項 12 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記反強磁性膜は、FeMn、PtMn、IrMn、NiMn 及び CrPtMn から選択された少なくとも 1 種でなる

磁気抵抗効果素子。

【請求項 14】 請求項 12 または 13 に記載された磁気抵抗効果素子であって、

前記反強磁性膜と、前記磁区制御膜との間に電気絶縁層を有する磁気抵抗効果素子。

【請求項 15】 請求項 1 乃至 14 の何れかに記載された磁気抵抗効果素子であって、前記磁気抵抗効果膜はスピバルブ膜である磁気抵抗効果素子。

【請求項 16】 請求項 1 乃至 14 の何れかに記載された磁気抵抗効果素子であって、前記磁気抵抗効果膜は強磁性トンネル接合膜である磁気抵抗効果素子。

【請求項 17】 磁気抵抗効果素子と、スライダとを含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記磁気抵抗効果素子は、請求項 1 乃至 16 の何れかに記載されたものでなり、
前記スライダは、前記磁気抵抗効果素子を支持する薄膜磁気ヘッド。

【請求項 18】 薄膜磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを含む磁気ヘッド装置であって、

前記薄膜磁気ヘッドは、請求項 17 に記載されたものでなり、
前記ヘッド支持装置は、前記薄膜磁気ヘッドを支持する磁気ヘッド装置。

【請求項 19】 磁気ヘッド装置と、磁気ディスクとを含む磁気記録再生装置であって、

前記磁気ヘッド装置は、請求項 18 に記載されたものでなり、
前記磁気ディスクは、前記磁気ヘッド装置との協働により、磁気記録の書き込

み及び読み出しを行う

磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果素子、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

時代とともに急速に進展するハードディスク（HDD）の高密度記録化に伴い、薄膜磁気ヘッドの性能向上も、それに追従すべく、絶え間ない研究開発の努力がなされてきた。薄膜磁気ヘッドとしては、磁気抵抗効果素子（以下MR素子と称する）を用いた読み取り素子と、誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドとを内蔵する複合型薄膜磁気ヘッドが、一般に用いられる。

【0 0 0 3】

読み取り素子として用いられるMR素子は、スピバルブ膜（以下SV膜と称する）及び強磁性トンネル接合膜（以下TMR膜と称する）などの巨大磁気抵抗効果膜（以下GMR膜と称する）を用いたものが現在の主流である。SV膜を用いたものとしては、膜面に平行な方向にセンス電流を流す方式のほか、膜面に垂直な方向にセンス電流を流すCPP-GMR（Current Perpendicular to a Plane of a Giant Magnetoresistance）も知られている。

【0 0 0 4】

この種のGMR膜は、磁化方向が固定されたピンド層と、非磁性層と、外部磁界に応答する磁界応答層（以下フリー層と称する）とを有し、フリー層の磁化方向が外部磁界に応答して回転したとき、ピンド層の固定された磁化方向に対するフリー層の磁化方向の回転角度に応じて、非磁性層を通るセンス電流に対する抵抗値が大きく変化する特性を利用している。

【0 0 0 5】

GMR素子は、MR変化率が極めて高いから、外乱磁界に応答しないような磁

気シールド構造が必要である。その手段として、MR膜を、第1の磁気シールド膜と第2の磁気シールド膜とでサンドイッチした構造が採られている。第1の磁気シールド膜と第2の磁気シールド膜との間の間隔は、一般に、シールドギャップと称されている。

【0006】

従来、第1の磁気シールド膜及び第2の磁気シールド膜は、GMR膜から分離して配置するのが一般的であったが、高密度記録の進展により、シールドギャップのより一層の狭小化が要求され、この要求に応えるべく、近年は、GMR膜にセンス電流を流す一対の電極膜を、導電性を有する強磁性材料によって構成し、電極膜を、第1の磁気シールド及び第2の磁気シールド膜として兼用する構造が主流になっている(特許文献3参照)。

【0007】

しかし、電極膜を、第1の磁気シールド膜及び第2の磁気シールド膜として兼用する構造の場合は、磁気記録媒体から生じる読み取り磁界以外の磁界、記録磁界、及び、GMR膜に流れるセンス電流の作る磁界などによって、第1の磁気シールド膜及び第2の磁気シールド膜の磁化が変化し、GMR膜がその磁化変化による影響を受け、再生出力の不安定性及びアシンメトリー変動を惹起するという問題点があった。このため、従来の薄膜磁気ヘッドでは、再生出力変動率を5.0%に抑えるのが精一杯であった。

【0008】

【特許文献1】

特開2002-74626号公報(図1～図6)

【特許文献2】

特開2001-6127号公報(図1)

【特許文献3】

特開2002-117510号公報(図4、図5)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、磁気シールド膜の磁化変化の影響を受けにくいMR素子、薄

膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するため、本発明に係るMR素子は、磁気抵抗効果膜（MR膜）と、磁区制御膜と、第1の磁気シールド膜と、第2の磁気シールド膜と、反強磁性膜とを含む。前記磁区制御膜は、前記MR膜の幅方向の両側部に配置され、前記MR膜に対して磁区制御を加える。

【0011】

第1の磁気シールド膜は、前記MR膜の膜厚方向の一面側に配置されており、前記第2の磁気シールド膜は、前記MR膜の膜厚方向の他面側に配置されている。

【0012】

反強磁性膜は、前記第1の磁気シールド膜と前記第2の磁気シールド膜との間に配置され、前記第1または第2の磁気シールド膜の少なくとも一方に隣接し、交換結合を生じる。

【0013】

上述したように、本発明に係るMR素子は、MR膜を含む。MR膜としては、特に、GMR膜が好ましい。GMR膜の例は、SV膜またはTMR膜である。SV膜またはTMR膜は、少なくとも1つのフリー層を含んでおり、フリー層に発生することのあるバルクハウゼンノイズを抑制しなければならない。本発明に係るMR素子は、磁区制御膜を含んでおり、磁区制御膜は、GMR膜の幅方向の両側部に配置され、フリー層の磁区を制御する。従って、バルクハウゼンノイズを抑制することができる。

【0014】

本発明に係るMR素子は、第1の磁気シールド膜と、第2の磁気シールド膜とを含んでおり、第1の磁気シールド膜はGMR膜の膜厚方向の一面側に配置されており、第2の磁気シールド膜はGMR膜の膜厚方向の他面側に配置されている。従って、GMR膜を第1の磁気シールド膜と第2の磁気シールド膜とによるシールドギャップ間に配置し、GMR膜を、外乱磁界の影響から遮蔽することがで

きる。本来的に検知すべき磁気記録媒体からの読み取り磁界は、第1及び第2の磁気シールド膜の間に形成されるシールドギャップ内のGMR膜によって、高感度で検知される。

【0015】

本発明に係るMR素子は、その特徴的構造要件として、反強磁性膜を含んでいる。反強磁性膜は、第1の磁気シールド膜と第2の磁気シールド膜との間に配置され、第1または第2の磁気シールド膜の少なくとも一方に隣接し、交換結合を生じる。このため、第1及び第2の磁気シールド膜のうち、反強磁性膜と交換結合を生じている磁気シールド膜の磁化が安定し、磁気シールド膜の磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリー変動などを抑制することができる。磁気シールド膜の磁化の変化は、磁気記録媒体から生じる磁界、記録磁界、及び、GMR膜に流れるセンス電流の作る磁界などによって惹起されるものであるから、本発明によれば、これらの外乱磁界による影響を受けなくなる。

【0016】

GMR膜は、一般的構造として、センス電流を供給するための第1の電極膜と、第2の電極膜とを備えている。GMR膜に対する第1及び第2の電極膜の接続構造としては、第1の電極膜がGMR膜の膜厚方向の一面に隣接し、第2の電極膜がGMR膜の膜厚方向の他面に隣接する構造が好ましい。そのようなGMR膜の例は、CPPタイプのSV膜またはTMR膜である。

【0017】

GMR膜が、CPPタイプのSV膜またはTMR膜である場合、第1の電極膜を第1の磁気シールド膜として兼用し、第2の電極膜を第2の磁気シールド膜として兼用することが好ましい。この構造によれば、シールドギャップを最小化し、高密度記録に対応することができる。

【0018】

第1及び第2の電極膜を、それぞれ、第1及び第2の磁気シールド膜として兼用する場合、反強磁性膜は第1の磁気シールド膜に隣接し交換結合させるか、第2の磁気シールド膜に隣接し交換結合させるか、または、第1及び第2の磁気シールド膜の両者に隣接し、両者と交換結合させる。この場合、反強磁性膜はGM

R膜の幅方向の両側に配置される。反強磁性膜は、電気絶縁性を有する材料組成であってもよいし、導電性を有する材料組成でもよい。更に、磁区制御膜と、第1及び第2の磁気シールド膜との間を、反強磁性膜によって埋め、反強磁性膜を、磁区制御膜と交換結合させる構成を採用することもできる。

【0019】

反強磁性膜が電気絶縁性を有する場合も、導電性を有する場合も、反強磁性膜と磁区制御膜との間に電気絶縁層を有する構成とすることができる。

【0020】

本発明は、更に、上記MR素子を読み取り素子として用いた薄膜磁気ヘッド、この薄膜磁気ヘッドとヘッド支持装置とを組み合わせた磁気ヘッド装置、及び、磁気ヘッド装置と磁気ディスクとを組み合わせた磁気記録再生装置をも開示する。これらの場合も、上述したMR素子の有する作用効果をそのまま発揮し得る。

【0021】

【発明の実施の形態】

1. MR素子

図1は本発明に係るMR素子の一実施例を示す断面図である。図示実施例のMR素子は、GMR膜30と、磁区制御膜21、22と、第1の磁気シールド膜25と、第2の磁気シールド膜26と、反強磁性膜271、272とを含む。GMR膜30は、外部磁界に応答するフリー層（図示しない）を含んでおり、磁区制御膜21、22は、GMR膜30の幅方向の両側部に配置され、フリー層の磁区を制御する。

【0022】

磁区制御膜21、22は、この実施例では、硬磁性膜（マグネット）で構成されている。具体的には、CoCrPt、CoPtなどである。この他、反強磁性膜によって構成することもできる。膜厚は15～60nmの範囲に設定できる。

【0023】

第1の磁気シールド膜25は、GMR膜30の膜厚方向の一面側に配置されており、第2の磁気シールド膜26は、GMR膜30の膜厚方向の他面側に配置されている。

【0024】

GMR膜30は、センス電流を供給するための第1の電極膜25と、第2の電極膜26とを備えている。第1の電極膜25はGMR膜30の膜厚方向の一面に隣接し、第2の電極膜26は、GMR膜30の膜厚方向の他面に隣接している。このようなGMR膜30の例は、TMR膜またはCPPタイプのSV膜である。

【0025】

図示実施例では、第1の電極膜25が、第1の磁気シールド膜25として兼用され、第2の電極膜26が第2の磁気シールド膜26として兼用されている。この構造によれば、シールドギャップを最小化し、高密度記録に対応することができる。第1の磁気シールド膜25及び第2の磁気シールド膜26を電極膜として利用する場合、適した材料の具体例としては、CoFe、NiFe、CoNiFe等がある。膜厚は5～30nmの範囲に設定できる。

【0026】

反強磁性膜271、272は、第1の磁気シールド膜25に隣接し、交換結合を生じる。反強磁性膜271、272はGMR膜30の幅方向の両側に配置される。

【0027】

反強磁性膜271、272は、電気絶縁性を有する材料組成であってもよいし、導電性を有する材料組成でもよい。電気絶縁性を有する反強磁性膜271、272は、NiO、CoO及びFe₂O₃から選択された少なくとも1種で構成できる。膜厚は10～50nmの範囲である。

【0028】

導電性を有する反強磁性膜271、272は、例えば、FeMn、PtMn、IrMn、NiMn及びCrPtMnから選択された少なくとも1種で構成できる。

【0029】

反強磁性膜271、272が電気絶縁性を有する場合も、導電性を有する場合も、反強磁性膜271、272と磁区制御膜21、22との間に絶縁層23、24を有する構成とすることができる。絶縁層23、24は、一般には、金属酸化

物でなる。具体的には、 Al_2O_3 または SiO_2 等である。膜厚は5～50nmの範囲に設定できる。

【0030】

上述したように、本発明に係るMR素子は、GMR膜30を含む。GMR膜30はフリー層を含んでおり、フリー層に発生することのあるバルクハウゼンノイズを抑制しなければならない。本発明に係るMR素子は、磁区制御膜21、22を含んでおり、磁区制御膜21、22は、GMR膜30の幅方向の両側部に配置され、GMR膜30に含まれるフリー層の磁区を制御する。従って、バルクハウゼンノイズを抑制することができる。

【0031】

本発明に係るMR素子は、第1の磁気シールド膜25と、第2の磁気シールド膜26とを含んでおり、第1の磁気シールド膜25はGMR膜30の膜厚方向の一面側に配置されており、第2の磁気シールド膜26はGMR膜30の膜厚方向の他面側に配置されている。従って、第1の磁気シールド膜25と第2の磁気シールド膜26とによるシールドギャップ間に、GMR膜30を配置し、GMR膜30を、外乱磁界の影響から遮蔽することができる。本来的に検知すべき磁気記録媒体からの読み取り磁界は、第1及び第2の磁気シールド膜25、26の間に形成されるシールドギャップ内のGMR膜30によって、高感度で検知される。

【0032】

本発明に係るMR素子は、その特徴的構造要件として、反強磁性膜271、272を含んでいる。反強磁性膜271、272は、第1の磁気シールド膜25に隣接し、交換結合を生じる。このため、反強磁性膜271、272と交換結合を生じている第1の磁気シールド膜25の磁化が安定し、第1の磁気シールド膜25における磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリー変動などを抑制することができる。図1に示した実施例の再生出力変動率は、1.1%であった。

【0033】

第1の磁気シールド膜25における磁化の変化は、磁気記録媒体から生じる磁界、記録磁界、及び、GMR膜30に流れるセンス電流の作る磁界などによって

惹起されるものであるから、本発明によれば、これらの外乱磁界による影響を受けなくなる。

【0034】

実施例において、磁区制御膜 21、22 は、GMR 膜 30 の幅方向の両側部に、間隔 $\Delta W11$ 、 $\Delta W12$ を隔てて配置されている。絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と、第 2 の電極膜 26、反強磁性膜 271、272 及び GMR 膜 30 との間を埋めている。具体的には、絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と、第 2 の電極膜 26 及び反強磁性膜 271、272 との間では、層状に配置され、磁区制御膜 21、22 と GMR 膜 30 との間では、両者間に生じる間隔 $\Delta W11$ 、 $\Delta W12$ を埋めている。

【0035】

図示実施例の MR 素子の場合、第 1 及び第 2 の電極膜 25、26 のそれぞれは、GMR 膜 30 の両面に隣接している。したがって、GMR 膜 30 の膜面に対して垂直方向にセンス電流を流す MR 素子を得ることができる。そのような MR 素子の例は、既に述べたように、CPP タイプの SV 膜または TMR 膜である。

【0036】

絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と、電極膜 25、26 との間に層状に介在し、GMR 膜 30 との間では、両者間に生じる間隔 $\Delta W11$ 、 $\Delta W12$ を埋めている。この構造によれば、電極膜 25、26 及び GMR 膜 30 から磁区制御膜 21、22 へのセンス電流の漏洩を、絶縁層 23、24 によって、確実に防止することができる。

【0037】

図 2 は本発明に係る MR 素子の別の実施例を示す断面図である。図において、図 1 に表れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、実施例では、反強磁性膜 273、274 は、第 2 の磁気シールド膜 26 に隣接し、交換結合を生じる。このため、反強磁性膜 273、274 と交換結合を生じている第 2 の磁気シールド膜 26 の磁化が安定し、第 2 の磁気シールド膜 26 における磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリ変動などを抑制することができる。図 2 に示した実施例の再生出力変動

率は、1.0%であった。

【0038】

図3は本発明に係るMR素子の更に別の実施例を示す断面図である。図において、図1に表れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、第2の磁気シールド膜26に反強磁性膜270が隣接して交換結合を生じている。反強磁性膜270は導電性を有する材料で構成されている。この実施例の場合、反強磁性膜270と交換結合を生じている第2の磁気シールド膜26の磁化が安定し、第2の磁気シールド膜26における磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリー変動などを抑制することができる。反強磁性膜270は、GMR膜30に含まれる強磁性層と交換結合し、その磁化方向を固定する反強磁性層としても用いることができる。

【0039】

図4は本発明に係るMR素子の更に別の実施例を示す断面図である。図において、図1に表れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、第1の磁気シールド膜25に反強磁性膜271、272が隣接して交換結合を生じ、第2の磁気シールド膜26に強磁性膜273、274が隣接して交換結合を生じている。このため、反強磁性膜271、272と交換結合を生じている第1の磁気シールド膜25の磁化、および、反強磁性膜273、274と交換結合を生じている第2の磁気シールド膜26の磁化が安定し、第1及び第2の磁気シールド膜25、26における磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリー変動などを抑制することができる。図4に示した実施例の再生出力変動率は、0.3%であった。

【0040】

図5は本発明に係るMR素子の更に別の実施例を示す断面図である。図において、図1に表れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、反強磁性膜271、272は、磁区制御膜21、22と、第1の磁気シールド膜25、第2の磁気シールド膜26及びGMR膜30との間を埋め、磁区制御膜21、22と交換結合する。反強磁性膜271、272は、勿論、第1の磁気シールド膜25及び第2の磁気シールド膜26と交換結合

する。

【0041】

この実施例の場合、反強磁性膜 271、272 は、磁区制御膜 21、22 と交換結合することによる磁界によって、GMR 膜 30 に対して、磁区制御を加えることができる。反強磁性膜 271、272 は、電気絶縁性材料でなければならない。そのような具体例は、前述 NiO である。反強磁性膜 271、272 を NiO で構成した場合、これと交換結合を生ずべき磁区制御膜 21、22 は、CoFe で構成する。図 5 に示した実施例の再生出力変動率は、0.3% であった。

【0042】

以上述べたように、本発明によれば、再生出力変動率を、0.3～1.1% の範囲に抑制した MR 素子を提供することができる。従来の薄膜磁気ヘッドでは、再生出力変動率を 5.0% に抑えるのが精一杯であったことを考慮すると、本発明の効果は、きわめて顕著であるといえる。

【0043】

2. 薄膜磁気ヘッド

図 6 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図、図 7 は図 6 に示した薄膜磁気ヘッドの電磁変換素子部分の拡大断面図、図 8 は図 7 の 8-8 線に沿った断面図である。図 6～図 8 に示す薄膜磁気ヘッドは、図 1～図 5 に示した MR 素子のうち、図 1 に示したものを、読み取り素子として適用したものであるが、図 2～図 5 に示した MR 素子も同様に適用できる。何れの図面においても、寸法、プロポーシオン等は、図示の都合上、誇張されまたは省略されている。

【0044】

図示された薄膜磁気ヘッドは、スライダ基体 5 と、電磁変換素子 3、4 とを含む。スライダ基体 5 は、媒体対向面に浮上特性制御用の幾何学的形状を有している。そのような幾何学的形状の代表例として、実施例では、レール 51、52 を示してある。レール 51、52 の表面は、空気ベアリング面（以下 ABS と称する）53、54 となる。レール 51、52 の形状は、図示の単純な直線状輪郭の他、複雑な輪郭や、負圧を発生される輪郭など多種、多様であり、本発明には何れも適用できる。スライダ基体 5 は、例えば、アルティック（ Al_2O_3-Ti

C) 等のセラミック材料からなる。

【0045】

図6～図8を参照すると、スライダ基体1の端面には絶縁層501が設けられている。絶縁層501は、例えば、アルミナ (Al_2O_3)、 SiO_2 等の絶縁材料からなり、 $1\sim 5\mu m$ の厚みである。

【0046】

電磁変換素子3、4は、再生素子を構成するMR素子3と、記録素子4とを含む。再生素子を構成するMR素子3は、SV膜またはTMR膜を含んでいる。SV膜の場合は、膜面に垂直に電流を流すCPP-GMRが用いられる。TMR膜は、本来、膜面に垂直にセンス電流を流すものである。

【0047】

記録素子4は、例えば、誘導型磁気変換素子あり、書き込み用磁極端がABS53、54に面している。記録素子4は、再生素子を構成するMR素子3と近接して配置され、保護膜49によって覆われている。

【0048】

記録素子4は、第1の磁極層41と、第2の磁極層45と、記録ギャップ層42と、薄膜コイル43、47とを含む。第1の磁極層41は上部シールド層41として兼用されている。

【0049】

第1の磁極層41は、絶縁層46の上に形成され、第2の磁極層45と磁氣的に連結されている。記録ギャップ層42は第1の磁極層41の磁極部分と、第2の磁極層45の磁極部分との間に設けられている。薄膜コイル43、47は、第1の磁極層41及び第2の磁極層45の間のインナーギャップ間の絶縁層48内に配設されている。

【0050】

再生素子を構成するMR素子3は、GMR膜30と、第1及び第2の電極膜25、26と、絶縁層23、24と、反強磁性膜271、272を含む。

【0051】

図8を参照すると、GMR膜30は、フリー層301を含み、フリー層301

に非磁性層 302 が隣接し、非磁性層 302 の上に、ピンド層 303 が隣接している。ピンド層 303 の上には反強磁性層 304 が設けられている。ピンド層 303 は、反強磁性層 304 との交換結合により、磁化方向が固定される。

【0052】

フリー層 301、非磁性層 302、ピンド層 303 及び反強磁性層 304 の膜構造及び組成材料等については、既に知られている技術を、任意に適用できる。一例をあげると、フリー層 301 及びピンド層 303 は、例えば、NiFe、NiFeCo、CoFe 等で構成され、反強磁性層 304 は FeMn、IrMn、NiMn、CrPtMn などによって構成される。

【0053】

非磁性層 302 は、CPP タイプの SV 膜の場合は Cu 等を主成分とする導電性材料層で構成され、TMR 膜の場合は、酸化アルミニウム層などの絶縁性材料層で構成される。

【0054】

第 1 の電極膜 25 は、絶縁層 501 の上に形成され、一面側が GMR 膜 30 のフリー層 301 に隣接している。この第 1 の電極膜 25 は、第 1 の磁気シールド層 25 として兼用されている。

【0055】

第 2 の電極膜 26 は、一面側が GMR 膜 30 の反強磁性層 304 に隣接し、第 2 の磁気シールド層 26 として兼用されている。

【0056】

反強磁性膜 271、272 は、第 1 の磁気シールド膜 25 に隣接し、交換結合を生じる。反強磁性膜 271、272 は GMR 膜 30 の幅方向の両側に配置される。上記構造によれば、反強磁性膜 271、272 と交換結合を生じている第 1 の磁気シールド膜 25 の磁化が安定し、第 1 の磁気シールド膜 25 における磁化の変化に起因する再生出力の不安定性や、アシンメトリー変動などを抑制することができる。

【0057】

磁区制御膜 21、22 は、GMR 膜 30 の幅方向の両側部に、絶縁層 23、2

4 による間隔を隔てて配置されている。磁区制御膜 21、22 は、フリー層 301 の磁区を制御する。

【0058】

絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と、第 1 及び第 2 の電極膜 25、26 及び GMR 膜 30 との間を埋めている。具体的には、絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と第 1 及び第 2 の電極膜 25、26 との間では、層状に配置され、磁区制御膜 21、22 と GMR 膜 30 との間では、両者間に生じる間隔を埋めている。

【0059】

CPP タイプの SV 膜または TMR 膜は、フリー層 301 を含んでおり、フリー層 301 に発生することのあるバルクハウゼンノイズを抑制しなければならない。図示実施例の MR 素子は、磁区制御膜 21、22 を含んでおり、磁区制御膜 21、22 は、GMR 膜 30 の幅方向の両側部に配置され、フリー層 301 の磁区を制御する。したがって、バルクハウゼンノイズを抑制することができる。

【0060】

絶縁層 23、24 は、磁区制御膜 21、22 と、第 1 及び第 2 の電極膜 25、26 との間に層状に介在し、GMR 膜 30 との間では、両者間に生じる間隔 $\Delta W11$ 、 $\Delta W12$ を埋めている。この構造によれば、第 1 及び第 2 の電極膜 25、26 及び GMR 膜 30 から磁区制御膜 21、22 へのセンス電流の漏洩を、絶縁層 23、24 によって、確実に防止することができる。

【0061】

3. 磁気ヘッド装置

図 9 は本発明に係る磁気ヘッド装置の正面図、図 10 は図 9 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。図示された磁気ヘッド装置は、図 6～図 8 に示した薄膜磁気ヘッド 40 と、ヘッド支持装置 50 とを含む。ヘッド支持装置 50 は、金属薄板でなる支持体 51 の長手方向の一端にある自由端に、同じく金属薄板でなる可撓体 52 を取付け、この可撓体 52 の下面に薄膜磁気ヘッド 40 を取付けた構造となっている。

【0062】

具体的には、可撓体 52 は、支持体 51 の長手方向軸線と略平行して伸びる 2 つの外側枠部 521、522 と、支持体 51 から離れた端において外側枠部 521、522 を連結する横枠 523 と、横枠 523 の略中央部から外側枠部 521、522 に略平行するように延びていて先端を自由端とした舌状片 524 とを有する。横枠 523 のある方向とは反対側の一端は、支持体 51 の自由端付近に溶接等の手段によって取付けられている。

【0063】

支持体 51 の下面には、例えば半球状の荷重用突起 525 が設けられている。この荷重用突起 525 により、支持体 51 の自由端から舌状片 524 へ荷重力が伝えられる。

【0064】

薄膜磁気ヘッド 40 は、舌状片 524 の下面に接着等の手段によって取付けられている。薄膜磁気ヘッド 40 は、ピッチ動作及びロール動作が許容されるように支持されている。

【0065】

本発明に適用可能なヘッド支持装置 50 は、上記実施例に限定するものではなく、これまで提案され、またはこれから提案されることのあるヘッド支持装置を、広く適用できる。例えば、支持体 51 と舌状片 524 とを、タブテープ (TAB) 等のフレキシブルな高分子系配線板を用いて一体化したもの等を用いることもできる。また、従来より周知のジンバル構造を持つものを自由に用いることができる。

【0066】

4. 磁気記録再生装置

図 11 は図 9、図 10 に示した磁気ヘッド装置を用いた磁気記録再生装置の平面図である。図示された磁気記録再生装置は、図 9、図 10 に示した磁気ヘッド装置 6 と、位置決め装置 8 と、磁気ディスク 7 とを含む。位置決め装置 8 は、ロータリ・アクチュエータ方式であり、ヘッド支持装置 50 の他端側を支持している。

【0067】

本実施例において、磁気ディスク 7 は磁気ヘッド装置 6 と協働して磁気記録再生を行う。磁気ディスク 7 は、図示しない回転駆動機構により、矢印 F 1 の方向に高速で回転駆動される。

【0068】

薄膜磁気ヘッド 40 は、ヘッド支持装置 50、アーム 9 及び位置決め装置 8 により、矢印 B 1 または B 2 の方向に駆動され、所定のトラック上で、磁気ディスク 7 への書き込み及び読み出しを行う。

【0069】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、磁気シールド膜の磁化変化の影響を受けにくい MR 素子、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る MR 素子の一実施例を示す断面図である。

【図 2】

本発明に係る MR 素子の別の実施例を示す断面図である。

【図 3】

本発明に係る MR 素子の更に別の実施例を示す断面図である。

【図 4】

本発明に係る MR 素子の更に別の実施例を示す断面図である。

【図 5】

本発明に係る MR 素子の更に別の実施例を示す断面図である。

【図 6】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【図 7】

図 6 に示した薄膜磁気ヘッドの電磁変換素子部分の拡大断面図である。

【図 8】

図 7 の 8-8 線に沿った断面図である。

【図 9】

本発明に係る磁気ヘッド装置の正面図である。

【図 1 0】

図 9 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。

【図 1 1】

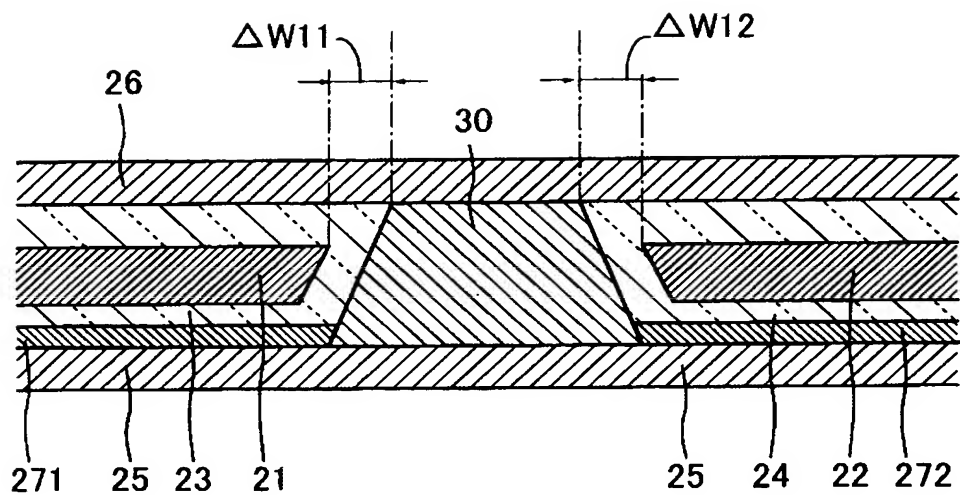
図 9、図 1 0 に示した磁気ヘッド装置を用いた磁気記録再生装置の平面図である。

【符号の説明】

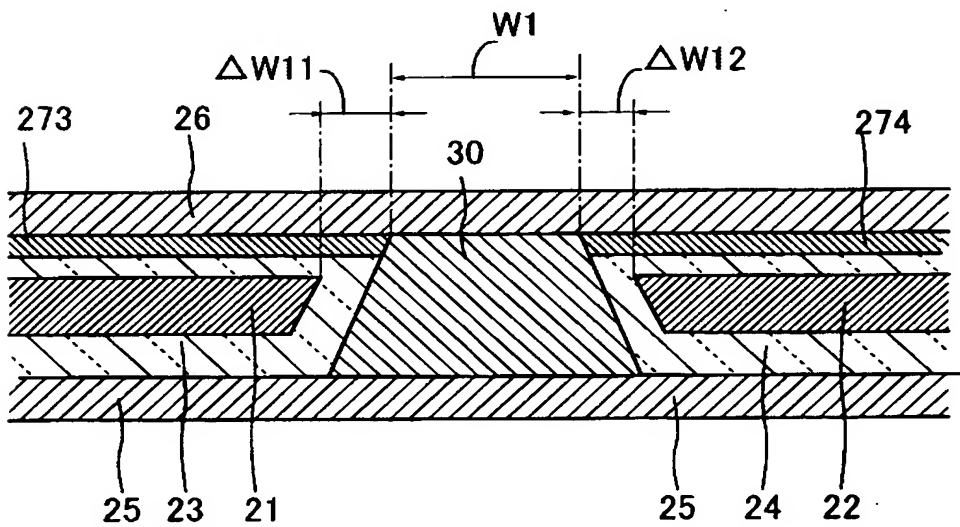
2 1、2 2	磁区制御膜
2 5	第 1 の電極膜または第 1 の磁気シールド膜
2 6	第 2 の電極膜または第 2 の磁気シールド膜
3 0	GMR 膜
2 7 0 ~ 2 7 4	反強磁性膜

【書類名】 図面

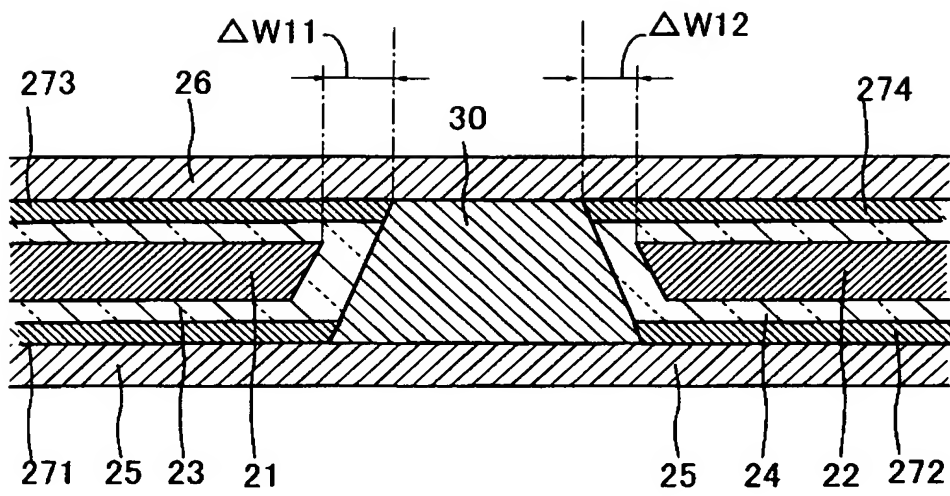
【図 1】



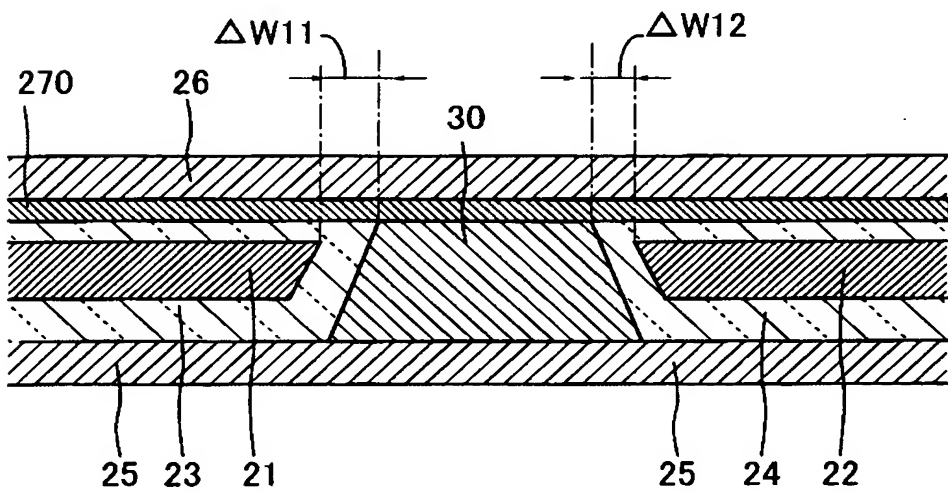
【図 2】



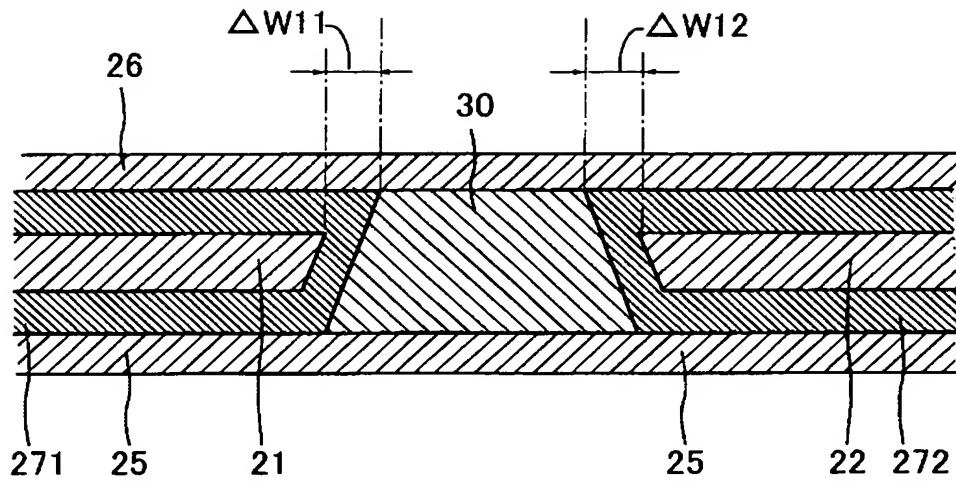
【図 3】



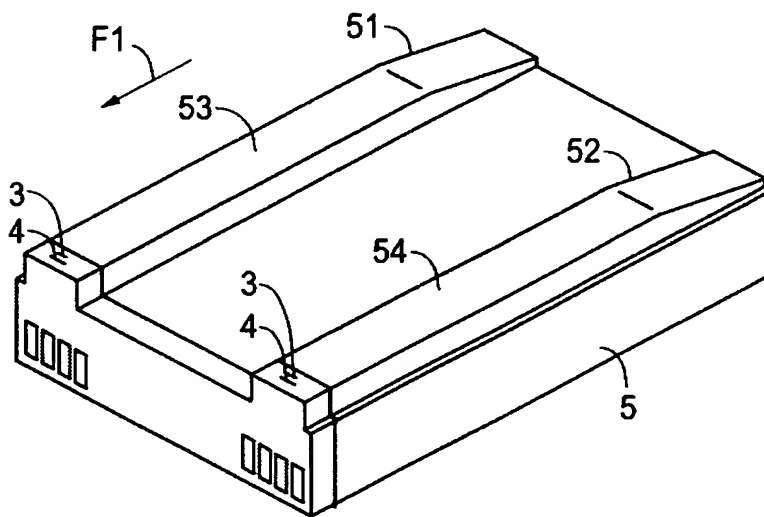
【図 4】



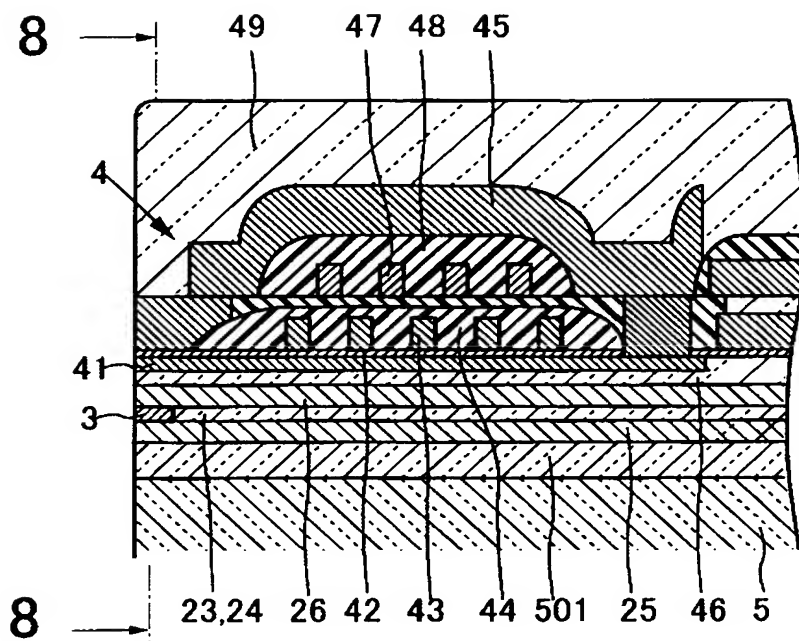
【図 5】



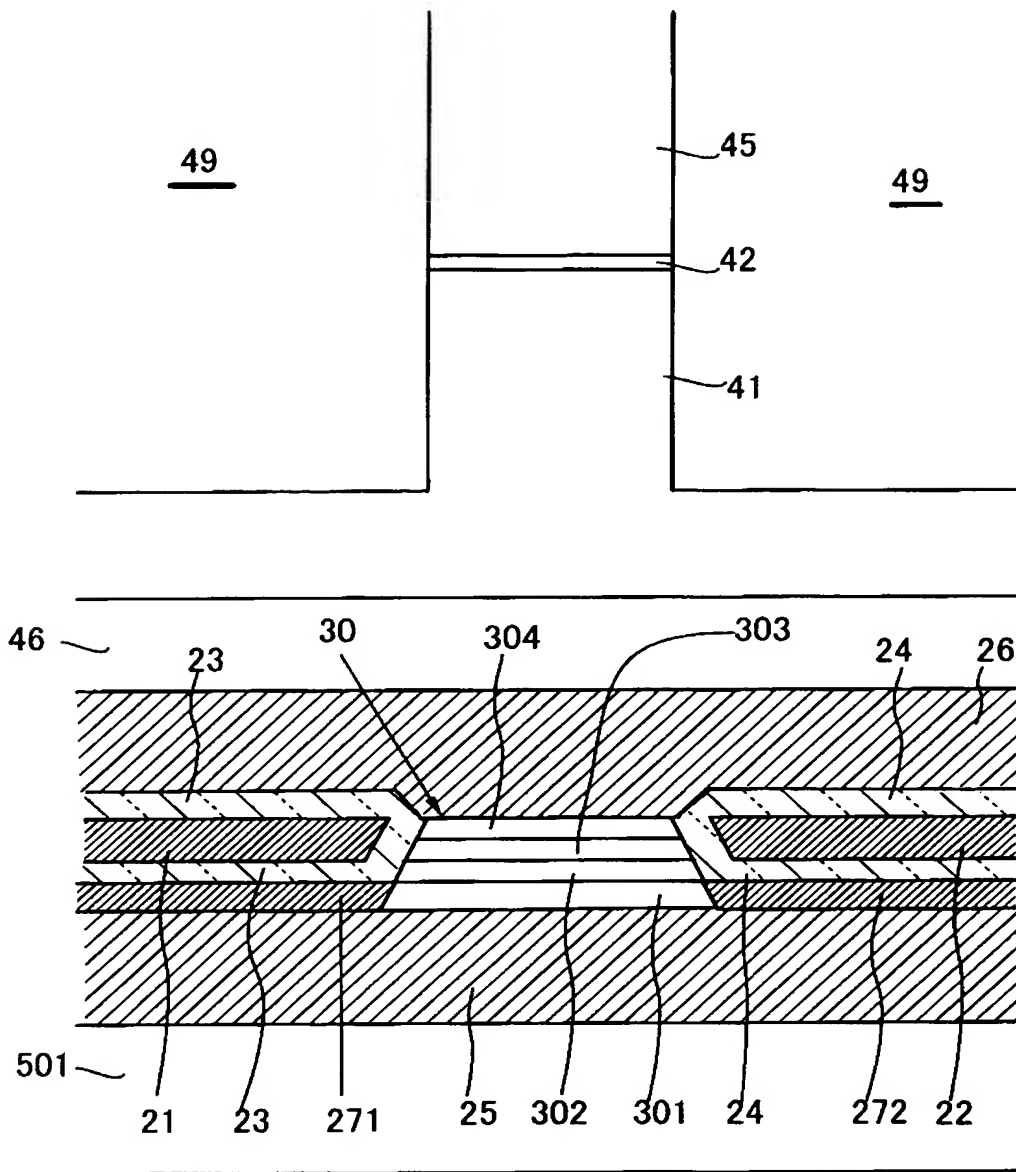
【図 6】



【図 7】

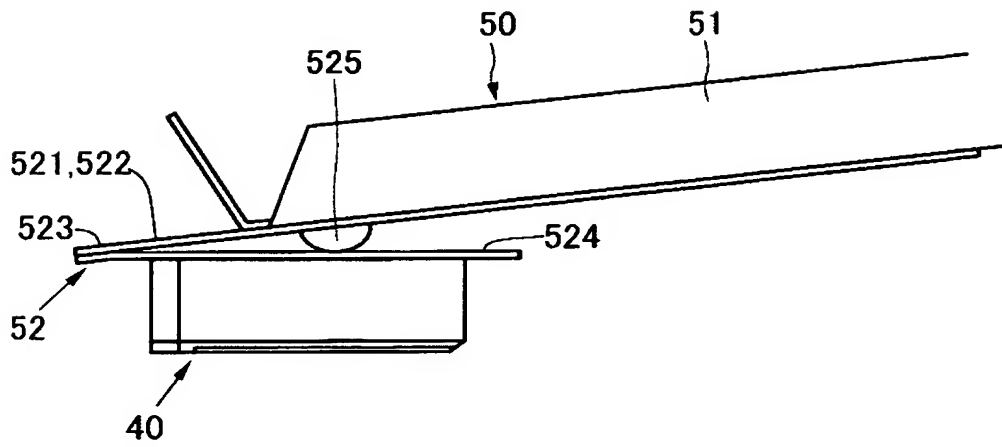


【図 8】

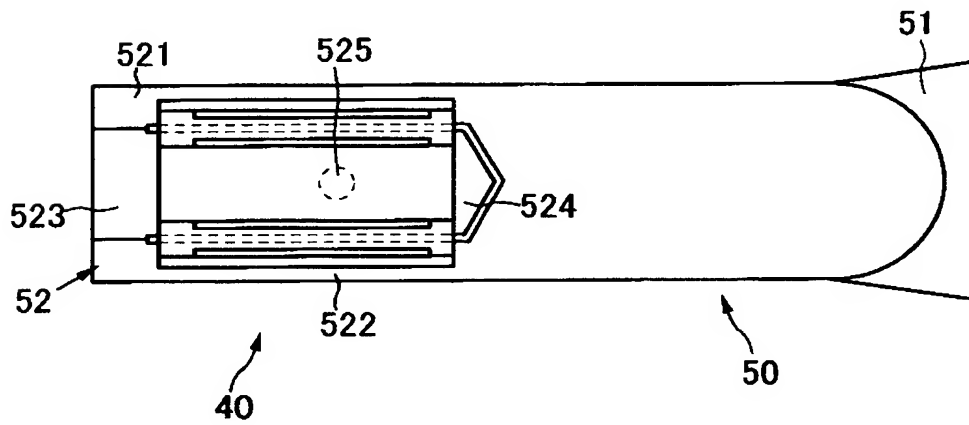


5 —

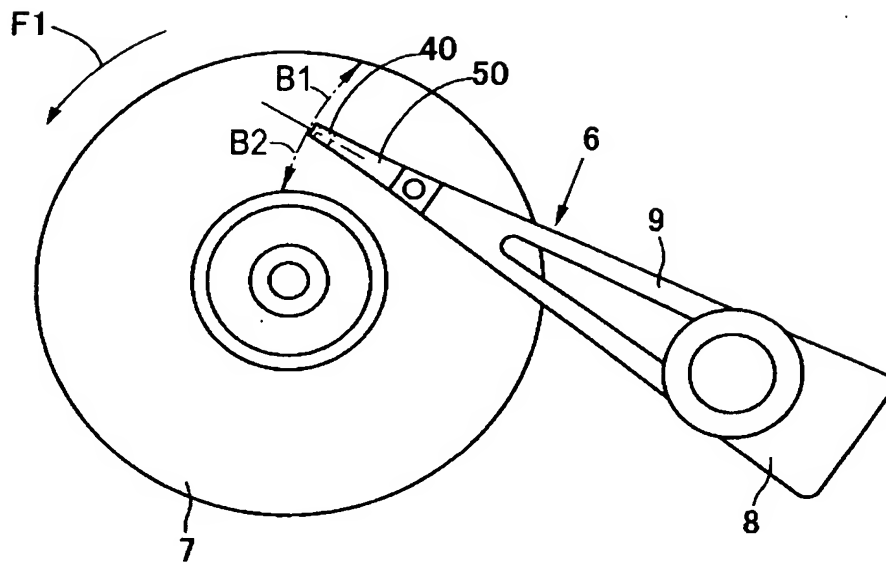
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気シールド膜の磁化変化の影響を受けにくいMR素子、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 第1の磁気シールド膜25はMR膜30の膜厚方向の一面側に配置され、第2の磁気シールド膜26は、MR膜30の膜厚方向の他面側に配置されている。反強磁性膜271、272は、第1及び第2の磁気シールド膜25、26の間に配置され、第1または第2の磁気シールド膜25、26の少なくとも一方に隣接し、交換結合を生じる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 8 9 9 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

- | | |
|-----------|--------------------------|
| 1 . 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号 |
| 氏 名 | ティーディーケイ株式会社 |
| | |
| 2 . 変更年月日 | 2 0 0 3 年 6 月 2 7 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号 |
| 氏 名 | T D K 株式会社 |